

## Fuel injection valve

**Patent number:** DE3438048

**Also published as:**

**Publication date:** 1985-05-02

 JP60085248 (J)

**Inventor:** FUNADA TAKEO (JP); KASAYA MASASHI (JP); ABE TATSUHIKO (JP)

**Applicant:** DIESEL KIKI CO (JP)

**Classification:**

- **International:** F02M65/00

- **European:** F02M65/00D

**Application number:** DE19843438048 19841017

**Priority number(s):** JP19830193544 19831018

[Report a data error](#) [help](#)

### Abstract of DE3438048

In a fuel injection valve, which contains a contact-breaker switch formed from a valve seat, a valve needle and an insulating layer electrically isolating the valve needle from a nozzle body, the insulating layer is formed on a bonding layer formed on the valve needle, the bonding layer having a linear coefficient of expansion which lies between that of the valve needle and that of the insulating layer and is composed of a material which is capable of entering into a firm material connection both with the valve needle and with the insulating layer, so that the resistance of the insulating layer to flaking is considerably increased and its insulating characteristics are retained over a long period of time.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

FIG. 2. (2) 1922 (continued)

⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 3438048 A1

⑯ Int. Cl. 3:  
F02M 65/00

⑯ Aktenzeichen: P 34 38 048.5  
⑯ Anmeldetag: 17. 10. 84  
⑯ Offenlegungstag: 2. 5. 85

DE 3438048 A1

⑯ Unionspriorität: ⑯ ⑯ ⑯  
18.10.83 JP 193544/83

⑯ Anmelder:  
Diesel Kiki Co. Ltd., Tokio/Tokyo, JP

⑯ Vertreter:  
Berg, W., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Stafp, O.,  
Dipl.-Ing.; Schwabe, H., Dipl.-Ing.; Sandmair, K.,  
Dipl.-Chem. Dr.jur. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 8000  
München

⑯ Erfinder:  
Funada, Takeo; Kasaya, Masashi; Abe, Tatsuhiko,  
Higashimatsuyama, Saitama, JP

ERGÖTZLICHE ENTDECKUNG

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Brennstoff-Einspritzventil

In einem Brennstoff-Einspritzventil, welches einen aus einem Ventilsitz, einer Ventilnadel und einer die Ventilnadel elektrisch gegenüber einem Düsenkörper isolierenden Isolierschicht gebildeten Unterbrecherschalter enthält, ist die Isolierschicht auf einer auf der Ventilnadel geformten Bindeschicht gebildet, wobei die Bindeschicht einen linearen Ausdehnungskoeffizienten hat, welcher zwischen dem der Ventilnadel und dem der Isolierschicht liegt und aus einem Werkstoff ist, welcher eine feste stoffschlüssige Verbindung sowohl mit der Ventilnadel als auch mit der Isolierschicht einzugehen vermag, so daß die Widerstandsfähigkeit der Isolierschicht gegen Abblättern beträchtlich erhöht ist und ihre isolierenden Eigenschaften über eine lange Zeitspanne erhalten bleiben.

DE 3438048 A1

BERG · STAPF · SCHWABE · SAMM · MAIR

PATENTANWÄLTE

MAUERKIRCHERSTRASSE 45 8000 MÜNCHEN 80

3438048

Anwaltsakte 33 752

DIESEL KIKI CO., LTD.

6-7, Shibuya 3-chōme, Shibuya-ku,  
Tokyo / JAPAN

Brennstoff-Einspritzventil

Patentansprüche

1. Brennstoff-Einspritzventil mit einem einen Ventilsitz aufweisenden Düsenkörper aus elektrisch leitendem Werkstoff, einer gleitverschieblich in einer Führungsbohrung des Düsenkörpers geführten Ventilnadel aus einem elektrisch leitenden Werkstoff und einer die Ventilnadel elektrisch gegenüber der Wandung der Führungsbohrung isolierenden Isolierschicht, bei welchem eine elektrisch leitende Verbindung zwischen der Ventilnadel und dem Düsenkörper besteht, wenn die Ventilnadel auf dem Ventilsitz ruht, und die elektrische Verbindung zwischen der Ventilnadel und dem Düsenkörper unterbrochen ist, wenn die Ventilnadel von dem Ventilsitz abgehoben ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Isolierschicht (26) auf der Oberfläche einer auf der Oberfläche (25) der Ventilnadel (8)

1 geformten Bindeschicht (27) gebildet ist und daß die Bindeschicht einen linearen Ausdehnungskoeffizienten hat, welcher zwischen dem der Ventilnadel und dem der Isolierschicht liegt und aus einem Werkstoff geformt ist, welcher  
5 zur Bildung einer festen stoffschlüssigen Verbindung mit der Isolierschicht und der Ventilnadel geeignet ist.

2. Brennstoff-Einspritzventil nach Anspruch 1, dadurch  
gekennzeichnet, daß die Isolierschicht (26)  
10 und die Bindeschicht (27) auf der der Wandung der Führungsbohrung (7) gegenüberliegenden Oberfläche (25) der Ventilnadel (8) gebildet sind, um eine elektrische Isolierung zwischen der Ventilnadel und den Führungsflächen der Führungsbohrung zu gewährleisten.

15

3. Brennstoff-Einspritzventil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch  
gekennzeichnet, daß die Ventilnadel (8) aus Stahl ist und daß das Material für die Isolierschicht (26) aus der  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Ta}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Si}_3\text{O}_4$ ,  $\text{AlN}$  und  
20  $\text{ZrO}_2$  umfassenden Gruppe gewählt ist.

4. Brennstoff-Einspritzventil nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch  
gekennzeichnet, daß die Isolierschicht (26) durch ein physikalisches  
25 Bedampfungsverfahren geformt ist.

5. Brennstoff-Einspritzventil nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch  
gekennzeichnet, daß die Ventilnadel (8) aus Stahl ist und daß das Material  
30 für die Bindeschicht (27) aus der  $\text{TiN}$ ,  $\text{TiC}$  und  $\text{CrN}$  umfassenden Gruppe gewählt ist.

6. Brennstoff-Einspritzventil nach Anspruch 5, dadurch  
gekennzeichnet, daß die Bindeschicht (27) in  
35 einem physikalischen Bedampfungsverfahren geformt ist.

7. Brennstoff\_Einspritzventil nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch  
gekennzeichnet,

17.10.84  
3

3438048

- 1 daß die obere Endfläche (8a) der Ventilnadel (8) mit einer in einem physikalischen Bedampfungsverfahren geformten Isolierschicht (29= versehen ist.
- 5 8. Brennstoff-Einspritzventil nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das untere Endstück (8b) der Ventilnadel (8) mit einer Isolierschicht (30) versehen ist.
- 10 9. Brennstoff-Einspritzventil nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Isolierschicht (30) durch ein physikalisches Bedampfungsverfahren geformt ist.

15

20

25

30

35

1

Brennstoff-EinspritzventilB e s c h r e i b u n g .

5

Die Erfindung bezieht sich auf ein Brennstoff-Einspritzventil für eine Brennkraftmaschine und richtet sich insbesondere auf ein solches Einspritzventil, in welchem eine Ventilnadel und ein Düsenkörper zusammen einen Unterbrecherschalter bilden.

10

Es gibt verschiedene Ausführungsformen von Brennstoff-Einspritzventilen, in denen ein Düsenkörper aus einem elektrisch leitenden Material und eine in einer Bohrung des Düsenkörpers verschieblich geführte Düsenneedle aus elektrisch leitendem Material zusammen einen Unterbrecherschalter bilden, welcher dazu dient, den Beginn und das Ende der Brennstoffeinspritzung in Abhängigkeit von den Bewegungen der Ventilnadel anzeigen elektrische Signale zu erzeugen. Beispiele für derartige Einspritzventile sind u. A. in der US-Patentschrift 4 111 178, DE-OS 29 22 503 und DE-OS 29 49 326 beschrieben.

15

Bei dem aus der US-PS 4 111 178 bekannten Einspritzventil ist zwischen der Ventilnadel und den Führungsflächen der Bohrung eine keramische Isolierschicht vorhanden, so daß ein elektrischer Kontakt zwischen der Ventilnadel und dem Düsenkörper nur dann vorhanden ist, wenn die Ventilnadel auf ihrem im Düsenkörper geformten Sitz ruht. Beim Abheben der Ventilnadel von ihrem Sitz durch den unter Druck zugeführten Brennstoff ist die elektrische Verbindung zwischen der Ventilnadel und dem Düsenkörper unterbrochen. Die keramische Isolierschicht ist hier jedoch äußerst dünn und hat deshalb keine ausreichende Lebensdauer.

20

Bei Brennstoff-Einspritzventilen der genannten Art besteht mithin eine beträchtliche Schwierigkeit darin, zwischen der Ventilnadel und den Führungsflächen der Bohrung eine

17.10.84  
2.5.

3438048

1 möglichst abriebfeste Isolierung vorzusehen. Zur Schaffung der gewünschten Isolierung zwischen der Ventilnadel und den Führungsflächen der Bohrung wird in einer bekannten Ausführung eine Aluminiumbuchse auf die Ventilnadel aufge-  
5 zogen, deren äußere Oberfläche zunächst in einem anodischen Oxydationsverfahren behandelt wurde, wie in der veröffentlichten europäischen Patentanmeldung Nr. 45530 beschrieben.

Eine in einem solchen anodischen Oxydationsverfahren erzeug-  
10 te Isolierschicht weist jedoch keine ausreichende Abrieb-  
festigkeit auf, d.h. es besteht die Gefahr, daß sich die  
auf der Aluminiumbuchse geformte Oxidschicht von dieser ab-  
lässt. Da ferner das Ausgangsmaterial der auf die Ventil-  
nadel aufgezogenen Buchse Aluminium ist, hat die Isolier-  
15 schicht auch keine ausreichende mechanische Festigkeit und  
mithin eine zu kurze Standzeit.

Angesichts dieser Nachteile und Mängel bekannter Ausführungsformen schafft die Erfindung ein Brennstoff-Einspritz-  
20 ventil der eingangs genannten Art, bei welchem eine Isolierung zwischen der Ventilnadel und einem zusammen mit dieser einen Unterbrecherschalter bildenden Düsenkörper über eine verlängerte Zeitspanne sicher erhalten bleibt.

25 Insbesondere richtet sich die Erfindung auf ein einen solchen Unterbrecherschalter enthaltendes Brennstoff-Einspritz-ventil, welches wohlfeil herstellbar ist und eine hervorragende Lebensdauer hat.

30 Bei einem Brennstoff-Einspritzventil der eingangs genannten Art mit einem einen Ventilsitz aufweisenden Düsenkörper aus einem elektrisch leitenden Werkstoff, einer gleitverschieblich in einer Führungsbohrung des Düsenkörpers geführten Ventilnadel aus einem elektrisch leitenden Werkstoff und  
35 einer die Ventilnadel gegenüber der Wandung der Führungsbohrung elektrisch isolierenden Isolierschicht, bei welchem eine elektrisch leitende Verbindung zwischen der Ventilnadel und dem Düsenkörper vorhanden ist, wenn die Ventil-

1 nadel auf dem Ventilsitz ruht, und die elektrische Verbin-  
dung zwischen der Ventilnadel und dem Düsenkörper unter-  
brochen ist, wenn die Ventilnadel von dem Sitz abgehoben  
ist, ist gemäß der Erfindung vorgesehen, daß die Isolier-  
5 schicht auf der Oberfläche einer auf der Oberfläche der  
Ventilnadel geformten Bindeschicht geformt ist, und daß  
die Bindeschicht einen zwischen demjenigen der Ventilnadel  
und demjenigen der Isolierschicht liegenden linearen Aus-  
dehnungskoeffizienten hat und aus einem Werkstoff gebildet  
10 ist, welcher zur Ausbildung einer stoffschlüssigen Verbin-  
dung sowohl mit der Isolierschicht als auch mit der Ventil-  
nadel geeignet ist.

Die Isolierschicht kann aus einem isolierenden Werkstoff  
15 wie z.B.  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Ta}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ,  $\text{AlN}$ ,  $\text{ZrO}_2$  od. dergl.  
durch Spritzen, Ionenauftrag oder in einem anderen geeig-  
neten Verfahren geformt sein. Die Bindeschicht kann bei-  
spielsweise aus  $\text{TiN}$ ,  $\text{TiC}$ ,  $\text{CrN}$  od. dergl. bestehen und in  
einem ähnlichen Verfahren wie die Isolierschicht aufge-  
20 bracht sein.

Vorteilhaft ist beispielsweise die Verwendung von Titan-  
nitrid ( $\text{TiN}$ ) für die Bindeschicht und von Siliziumoxid  
( $\text{SiO}_2$ ) für die Isolierschicht, da der lineare Ausdeh-  
nungskoeffizient des Titannitrids etwa  $7$  bis  $9 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$   
25 beträgt und damit etwa in der Mitte zwischen dem linearen  
Ausdehnungskoeffizienten des Stahls der Ventilnadel und  
dem der Isolierschicht aus Siliziumoxid liegt. Eine Ver-  
werfung in den einzelnen Schichten aufgrund des unter-  
30 schiedlichen linearen Ausdehnungskoeffizienten lässt sich  
dadurch wirksam vermeiden, daß die Ventilnadel während der  
Ausbildung der Isolierschicht aus Siliziumoxid auf der  
Bindeschicht aus Titannitrid auf ca.  $500$   $^\circ\text{C}$  erwärmt und an-  
schließend abgekühlt wird. Da ferner Titannitrid eine feste  
35 stoffschlüssige Verbindung mit dem Stahl der Ventilnadel  
sowie auch mit der Isolierschicht eingeht, ist diese weit-  
aus widerstandsfähiger gegen abblättern als bei der Aus-  
bildung der Isolierschicht unmittelbar auf der Oberfläche  
der Ventilnadel.

1 Im folgenden sind Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Schnittansicht eines Brennstoff-Einspritz-  
5 ventils in einer Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 2 eine teilweise im Schnitt dargestellte, vergrößerte  
Ansicht einer Ventilnadel des Einspritzventils  
nach Fig. 1 und

10

Fig. 3 eine teilweise im Schnitt dargestellte vergrößerte  
Schrägansicht einer Ventilnadel in einer abgewandel-  
ten Ausführungsform.

15 Zu einem in Fig. 1 gezeigten Brennstoff-Einspritzventil 1 gehören ein Düsenhalter 2, ein Einsatzstück 3 und ein Düsenstock 4, welche durch eine Gewindebuchse 5 zusammengehalten sind. Der Düsenstock 4 setzt sich zusammen aus einem Düsenkörper 6 mit einer Führungsbohrung 7, in welcher eine Ventilnadel 8 gleitverschieblich geführt ist. Die Ventilnadel 8 hat ein ein Absperrglied darstellendes konisches Endstück 9, welches mit einem komplementär geformten Ventilsitz 10 im Düsenkörper 6 zusammenwirkt. Zunächst dem Ventilsitz 10 ist im Düsenkörper 6 eine Kammer 25 11 gebildet, in welcher eine Brennstoffbohrung 12 ausmündet.

Die Ventilnadel 8 ist aus Stahl und über einen elektrisch leitenden Stift 13 elektrisch mit einem ebenfalls elektrisch leitenden Federteller 14 verbunden. Eine in einer im Düsenhalter 2 ausgebildeten Federkammer 15 angeordnete Schraubenfeder 16 stützt sich an einer am unteren Ende einer im Preßsitz in einer Isolierbuchse 17 befestigten Elektrode 18 ausgebildeten Scheibe 19 und über diese an einer in der Federkammer 15 ausgebildeten Schulter 20 ab, während sich ihr anderes Ende auf dem Federteller 14 abstützt. Die Isolierbuchse 17 isoliert die Elektrode 18 elektrisch gegenüber dem Düsenhalter 2 und ist in eine Bohrung 21 des Düsenhalters 2 eingesetzt. Ein öldichter

1 Zustand ist durch ein Paar Rundringdichtungen 22, 23  
gewährleistet.

Die Schraubenfeder 16 ist ebenfalls aus einem elektrisch  
5 leitenden Werkstoff, z.B. Stahl, so daß die Elektrode 18  
über die Feder 16, den Federteller 14 und den Stift 13  
elektrisch mit der Ventilnadel 8 verbunden ist. Um einem  
elektrischen Kontakt der Schraubenfeder 16 mit dem Düsen-  
halter 2 vorzubeugen, ist die Kammer 15 mit einer Isolier-  
10 buchse 24 ausgekleidet, was besonders bei Einspritzventilen  
mit kleinen Abmessungen notwendig ist, da hier der Abstand  
zwischen der Schraubenfeder 16 und der Wandung der Kammer  
15 sehr klein ist. Der Düsenkörper 6, das Einsatzstück 3,  
die Gewindemuffe 5 und der Düsenhalter 2 sind ebenfalls  
15 aus elektrisch leitendem Werkstoff.

Wie in Fig. 2 dargestellt, ist eine aus Siliziumoxid ( $SiO_2$ )  
gebildete Isolierschicht 26 auf einer auf der Außenober-  
fläche 25 des verdickten Abschnitts der Ventilnadel 8 ausge-  
20 bildeten Bindeschicht 27 geformt, um die Ventilnadel 8  
gegenüber der Wandung der Führungsbohrung 7 elektrisch zu  
isolieren. Die Bindeschicht 27 ist aus Titannitrid (TiN)  
gebildet, dessen linearer Ausdehnungskoeffizient etwa in  
der Mitte zwischen demjenigen des Materials der Ventiñadel  
25 8, also Stahl (Fe) und demjenigen des Materials der Isolier-  
schicht 26, also Siliziumoxid, liegt, und welches eine  
feste stoffschlüssige Verbindung sowohl mit dem Stahl als  
auch mit dem Siliziumoxid einzugehen in der Lage ist. Die  
Isolierschicht 26 sowie auch die Bindeschicht 27 können  
30 unter Anwendung geeigneter Verfahren, z.B. Spratzen oder  
Ionnenauftrag, aufgebracht werden.

Bei Anwendung derartiger Verfahren, einschließlich des  
Aufdampfens der Schichten, läßt sich die Dicke der Isolier-  
35 schicht 26 sowie auch die der Bindeschicht 27 durch Steu-  
erung der angelegten Spannung sowie der Behandlungszeit  
mühelos bestimmen, so daß für die fertige Ventilnadel eine  
sehr hohe Maßhaltigkeit erzielbar ist. Dies ist von großer  
Bedeutung im Hinblick auf die Qualität des Endprodukts.

17.10.1984  
8.9.

3438048

1 Das Aufbringen der dünnen Schichten durch Spritzen oder Ionnenauftrag erfolgt bei einer Temperatur von ca. 500 °C. Die linearen Ausdehnungskoeffizienten des Materials der Ventilnadel, also Stahl, des Materials der Bindeschicht 27, 5 also Titannitrid, und des Materials der Isolierschicht 26, also Siliziumoxid, betragen  $12 \times 10^{-6}$  / °C bzw.  $7$  bis  $9 \times 10^{-6}$  / °C bzw.  $1 \times 10^{-6}$  / °C. Dadurch, daß zunächst die Bindeschicht 27 aus Titannitrid auf der Oberfläche 25 der Ventilnadel 8 und danach die Isolierschicht 26 auf der Bindeschicht 27 10 gebildet wird, läßt sich das Ausmaß der bei der anschließenden Abkühlung eintretenden Verwerfung in der Isolierschicht 26, verglichen mit dem Fall der Ausbildung der Isolierschicht 26 unmittelbar auf der Ventilnadel 8, erheblich verringern, da der lineare Ausdehnungskoeffizient der 15 Bindeschicht 27 etwa in der Mitte zwischen dem der Ventilnadel 8 und dem der Isolierschicht 26 liegt.

Da das Titannitrid eine feste stoffschlüssige Verbindung sowohl mit dem Siliziumoxid als auch mit dem Stahl eingeht, 20 ist die Isolierschicht 26 über die Bindeschicht 27 sicher und fest mit der Oberfläche 25 der Ventilnadel 8 verbunden.

Damit ist es also möglich eine gegen Abblättern äußerst widerstandsfähige Isolierschicht auszubilden, so daß die 25 elektrische Isolierung zwischen der Umfangsfläche 25 der Ventilnadel 8 und der Innenfläche der Führungsbohrung 7 des Düsenkörpers 6 über eine lange Zeit erhalten bleibt.

Anstelle von  $\text{SiO}_2$  können für die Isolierschicht 26 auch 30 andere Isolierstoffe, z.B.  $\text{Ta}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ,  $\text{AlN}$ ,  $\text{ZrO}_2$  und dergl. verwendet werden, und anstelle von  $\text{TiN}$  für die Bindeschicht 27 können  $\text{TiC}$ ,  $\text{CrN}$  und dergl. zur Verwendung kommen.

35 Zur Erzeugung eines den Beginn der Brennstoffeinspritzung anzeigen elektrischen Signals ist der Düsenkörper 6 des in Fig. 1 gezeigten Einspritzventils 1 mit Masse verbunden, und die Elektrode 18 ist über einen Widerstand 28 mit einer

1 Spannungsquelle +V verbunden. Bei dieser Anordnung ergibt  
sich über den Widerstand 28 eine Spannung Vo, wenn die  
Ventilnadel 8 auf dem Ventilsitz 10 ruht. Da die Ventil-  
nadel 8 und der Düsenkörper 6 einen Unterbrecherschalter  
5 bilden, welcher bei geschlossenem Einspritzventil 1 eben-  
falls geschlossen ist, fließt von der Spannungsquelle +V  
ein Strom durch den Widerstand 28, wobei sich ein vorbe-  
stimmter Spannungsabfall ergibt. Bei der Zufuhr von unter  
Druck stehendem Brennstoff in die Kammer 11 hebt die Ventil-  
10 nadel 8 von ihrem Sitz ab, so daß die elektrische Verbin-  
dung zwischen ihr und dem Ventilkörper 6 unterbrochen ist  
und dadurch kein weiterer Strom durch den Widerstand 28  
fließt. Dadurch wird also der Beginn sowie auch das Ende  
der Brennstoffeinspritzung durch die am Widerstand 28 auf-  
15 tretende Spannung angezeigt.

Beim Abheben der Ventilnadel 8 von ihrem Sitz 10 kann ihr  
oberes Ende in elektrisch leitende Berührung mit dem Ein-  
satzstück 3 und über dieses mit dem Düsenkörper 6 kommen.  
20 Um dem vorzubeugen kann die obere Endfläche 8a der Ventil-  
nadel 8 mit einer Isolierschicht 29 versehen sein, wie in  
Fig. 3 dargestellt. Die Isolierschicht 29 ist im darge-  
stellten Beispiel durch Ionenauftrag auf die Ventilnadel 8  
aufgebracht. Damit ferner auch das untere Endstück der  
25 Düsenadel 8 nicht über daran anhaftende Kohle in elek-  
trisch leitende Berührung mit dem Düsenkörper 6 kommt, kann  
auch das untere Endstück 8b der Ventilnadel 8 mit einer  
weiteren Isolierschicht 30 versehen sein, wie ebenfalls in  
Fig. 3 zu erkennen.

30 Die Isolierschichten 29 und 30 können aus Siliziumoxid od.  
dergl. bestehen und im Ionenauftragsverfahren auf die ent-  
sprechenden Bereiche der metallenen Ventilnadel aufgebracht  
sein. Dadurch erhalten die Isolierschichten 29 und 30 eine  
35 hohe Dichte und eine feste stoffschlüssige Verbindung mit  
der metallenen Unterlage der Ventilnadel 8, so daß sie  
sehr dauerhaft sind und ihre Isolierwirkung ü.e. lange Zeit  
erhalten beibt.

17.10.81

8 -11-

3438048

- 1 Als Material für die Isolierschichten 29 und 30 kommt nicht nur Siliziumoxid in Frage, es können auch andere Stoffe verwendet werden, wie z.B.  $Al_2O_3$  und dergl..
- 5 Die Isolierschichten 29 und 30 können auch unter Anwendung anderer Ionen-Auftragsverfahren, des Elektronenstrahl-Schmelzverfahrens, des Hohlkathodenverfahrens usw. aufgebracht werden.
- 10 Da die Isolierschicht gemäß vorliegender Erfindung auf einer auf der Oberfläche der Ventilnadel geformten Bindeschicht gebildet wird und die Bindeschicht einen linearen Ausdehnungskoeffizienten hat, welcher zwischen dem der Ventilnadel und dem der Isolierschicht liegt und außerdem in der
- 15 Lage ist, eine feste stoffschlüssige Verbindung mit der Ventilnadel sowie auch mit der Isolierschicht einzugehen, ergibt sich eine feste stoffschlüssige Verbindung der Isolierschicht mit der Ventilnadel, und die sich aufgrund des unterschiedlichen linearen Ausdehnungskoeffizienten der
- 20 Ventilnadel und der Isolierschicht in der letzteren ergebenden Verwerfungen bleiben auf ein Mindestmaß beschränkt. Dadurch ergibt sich die Möglichkeit der Schaffung einer Isolierschicht, welche äußerst widerstandsfähig gegen Abblättern ist und einen isolierten Zustand über eine sehr
- 25 lange Zeit aufrecht zu erhalten vermag.

-12-  
- Leerseite -

Nummer:  
Int. Cl. 3:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

34 38 048  
F 02 M 65/00  
17. Oktober 1984  
2. Mai 1985

FIG. 1

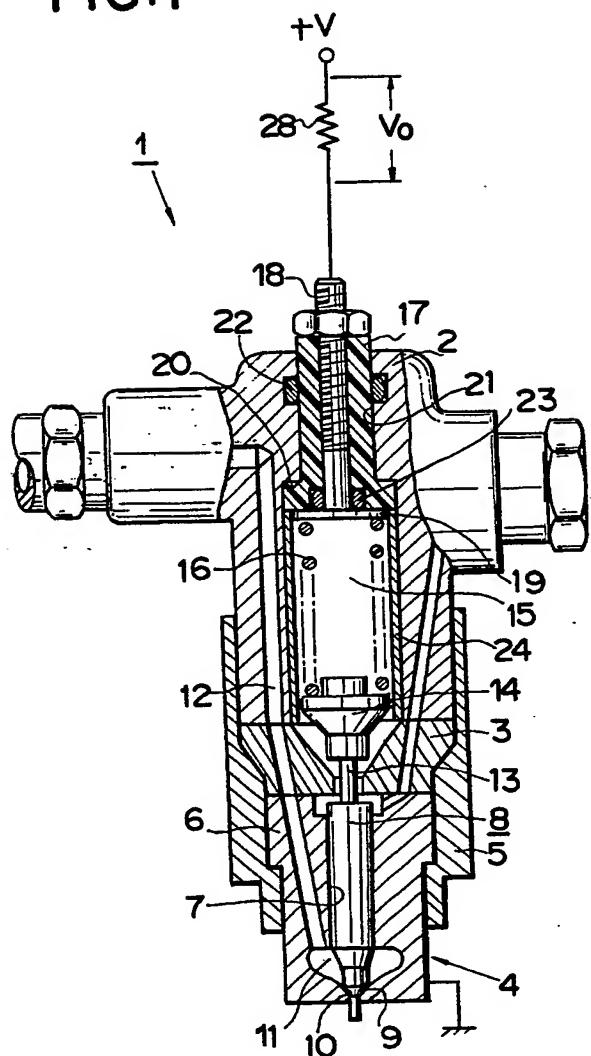


FIG. 2

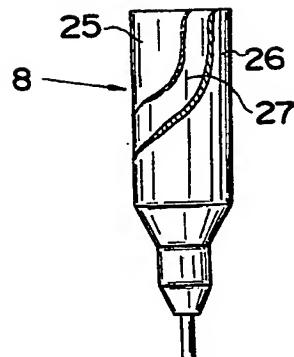


FIG. 3

